

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-121460

(43)Date of publication of application : 08.05.2001

(51)Int.Cl.

B25J 11/00

B25J 19/02

F16H 21/46

(21)Application number : 11-302232

(71)Applicant : KANSAI TLO KK

(22)Date of filing : 25.10.1999

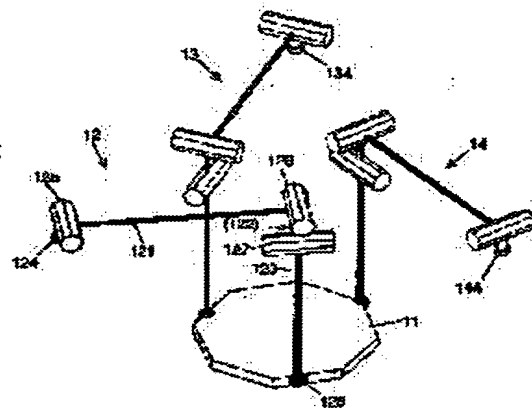
(72)Inventor : NAGAI KIYOSHI

## (54) PARALLEL LINK MECHANISM FOR ROBOT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a driving parallel link mechanism of spatial six-degrees of freedom having high rigidity and capable of producing high speed (high acceleration).

**SOLUTION:** At least three unit-links 12, 13, 14 are provided in parallel between a fixing part and moving parts. Each of the respective unit-links is constituted by the following elements: three arms 121, 122 (not shown in the figure) and 123, anchors 124 fixed to a fixed-side member, a first driving articulate 125 being a rotary driving articulate of one degree of freedom connecting both the anchor and the first arm, a second driving articulate 126 being the rotary driving articulate of one degree of freedom connecting the first arm and the second arm, follower articulates 127 being a rotary follower articulate of one degree of freedom connecting the second arm and the third arm, and there axial free articulates 128 being rotary follower articulate of there degrees of freedom connecting the third arm and the moving-side member 11. The turning axis of the second driving articulate is in parallel with the turning axis of the first driving articulate. The turning axis of the follower articulate is at right angles to the turning axis of the first/second driving articulates. Further, by substituting the driving articulates for a turning angle meter/turning force meter, the parallel link mechanism can be used as a displacement/load sensor.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-121460

(P2001-121460A)

(43) 公開日 平成13年5月8日(2001.5.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

B 2 5 J 11/00

B 2 5 J 11/00

D 3 F 0 5 9

19/02

19/02

F 1 6 H 21/46

F 1 6 H 21/46

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全6頁)

(21) 出願番号 特願平11-302232

(22) 出願日 平成11年10月25日(1999. 10. 25)

(71) 出願人 899000046

関西ティー・エル・オー株式会社

京都府京都市下京区中堂寺栗田町1番地

(72) 発明者 永井 清

滋賀県大津市青山6丁目13番地10号

(74) 代理人 100095670

弁理士 小林 良平

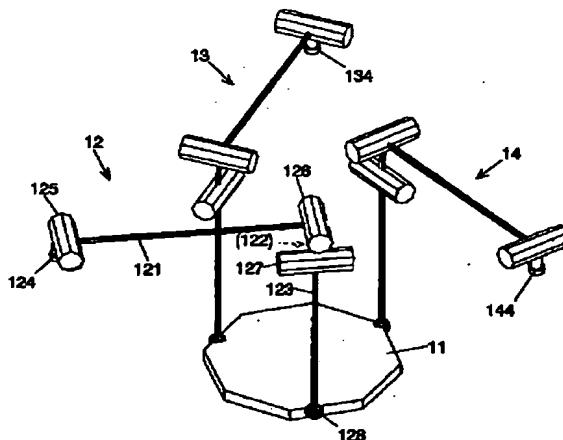
Fターム(参考) 3F059 DA07 DC04 DD01 DD06 DE08  
GA00

(54) 【発明の名称】 ロボット用パラレルリンク機構

(57) 【要約】

【課題】 高剛性であり、且つ、高速化（高加速性）が可能な空間6自由度駆動パラレルリンク機構を提供する。

【解決手段】 固定部-移動部間に少なくとも3本のユニットリンク12、13、14を並列に設ける。各ユニットリンクは以下の各要素から構成される。3本の腕121、122（図では現れていない）、123。固定側部材に固定されるアンカー124。アンカーと第1腕とを連結する1自由度回転駆動関節である第1駆動関節125。第1腕と第2腕とを連結する1自由度回転駆動関節である第2駆動関節126。この第2駆動関節の回転軸は第1駆動関節の回転軸に平行となっている。第2腕と第3腕とを連結する1自由度回転駆動関節である従動関節127。この従動関節の回転軸は第1・第2駆動関節の回転軸に対して直角となっている。第3腕と移動側部材11とを連結する3自由度回転従動関節である3軸自由関節128。なお、駆動関節を回転角計／回転力計に代えることにより、変位／負荷センサとして用いることもできる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1部材と第2部材とを相対的に空間6自由度で駆動するバラレルリンク駆動機構であって、該バラレルリンク機構は、第1部材と第2部材とを連結する、2自由度駆動機能を有する少なくとも3本のユニットリンクから構成され、

各ユニットリンクは、第1腕及び第2腕と、第1部材と第1腕を連結する1自由度回転駆動関節（第1駆動関節）と、第1腕と第2腕を連結する1自由度回転駆動1自由度回転駆動関節（第2駆動関節）と、第2腕と第2部材とを連結する3自由度回転駆動関節と、を含むことを特徴とするロボット用バラレルリンク駆動機構。

【請求項2】 第1駆動関節の回転軸と第2駆動関節の駆動回転軸とが平行であることを特徴とする請求項1記載のロボット用バラレルリンク駆動機構。

【請求項3】 少なくとも1本のユニットリンクにおいて、第1腕と第2腕の間に第3腕が設けられ、上記第2駆動関節の1自由度回転駆動機能と1自由度回転駆動機能を分離して、第1腕と第3腕の間及び第3腕と第2腕の間に別個に割り振ったことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のロボット用バラレルリンク駆動機構。

【請求項4】 請求項1～請求項3のいずれかに記載のバラレルリンク駆動機構において、回転駆動関節の回転駆動源に代えて回転角センサ又は回転力センサを設けたロボット用バラレルリンク6自由度変位／負荷センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特に高速性が重視される産業用ロボットの、駆動機構、変位／負荷検出機構或いは緩衝機構に用いられるバラレルメカニズムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】産業用ロボットでは、生産性向上及び品質向上のために、常に高速化及び位置決め再現性のための努力が続けられている。

【0003】産業用ロボットにおいて固定部に対して移動部を自在に移動させるためには、両者間に複数のリンクを介在させなければならない。複数のリンクを固定部と移動部との間に設ける方法としては、それらを直列に配置するシリアルリンク方式と、平行に配置するバラレルリンク方式とが存在する。なお、一部でも平行配置が存在する場合、バラレルリンク方式に分類される。シリアルリンク方式は移動部の移動範囲を大きくとることができるという利点を有するが、大きな負荷に弱いことと、各リンクの誤差が累積されるために動作部の位置決め性が低いという欠点を有する。それに対してバラレルリンク方式は、移動範囲は狭いが、負荷が各リンクに分散されるため高剛性であり、移動部の位置決め誤差が少ないという利点を有する。ここで、高剛性は動作の高速性（正確には、高加速性）につながる。

【0004】例えば半導体チップの各ターミナルにリード線をボンディングするためのボンディングロボットでは、移動部の移動範囲は小さくてもよいが、高速性と位置決め性の高度なレベルでの兼ね合いが要求される。このように、特に精密且つ高速な作業が必要とされるロボットでは、上記特性を考慮してバラレルリンク方式が専ら採用される。

【0005】バラレルリンクについては、従来より各種の提案がなされている。例えば、特開平7-281102号には、固定部（ベース）と移動部との間に6本の直動リンクを並列に配置した機構が開示されている。特開平8-11080号及び特開平8-11081号には、固定部（ベースプレート）と移動部（エンドエフェクタ）との間に3個の直動アクチュエータを配置した機構が開示されている。特開平9-109083号には、固定部（ベース部）と移動部（エンドエフェクタ部）との間に6本の直動アクチュエータを配置した機構が開示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記の通り、従来より提案されているバラレルリンク機構はいずれも直動アクチュエータを用いている。直動アクチュエータは通常、油圧やラックアンドピニオン、ボールネジ等を用いて駆動されるのであるが、リンク部自体に駆動のための要素が含まれるためリンク部の質量が大きく、高速化が難しいという問題がある。

【0007】本発明はこのような課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、固定部－移動部間に複数本の回転アクチュエータを並列に用いることにより、高剛性であり、且つ、高速化（高加速性）が可能なリンク機構を提供することにある。

【0008】なお、回転アクチュエータを利用したバラレルリンク機構として、6本のアームをベース部（固定部）とエンドエフェクタ部（移動部）との間に並列に配し、ベース部に、各アームを駆動するためのモータを設けた6自由度バラレルロボットが開発されている（HEXA。東北大学工学研究科航空宇宙工学専攻宇宙機システム学講座・モンペリエ大学・豊田工機の共同開発。http://www.space.mech.tohoku.ac.jp/research/parallel/hexa97/hexa97-j.html）。本発明に係るリンク機構は、それとは全く異なる機構を採用するものであり、固定部－移動部間のリンク（アーム）の本数が最低3本でよいという特長を持つ。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために成された本発明は、第1部材と第2部材とを相対的に空間6自由度で駆動するバラレルリンク機構であって、該バラレルリンク機構は、第1部材と第2部材とを連結する、2自由度駆動機能を有する少なくとも3本のユニットリンクから構成され、各ユニットリンクは、第1腕

及び第2腕と、第1部材と第1腕を連結する1自由度回転駆動関節と、第1腕と第2腕を連結する1自由度回転駆動1自由度回転従動関節と、第2腕と第2部材とを連結する3自由度回転従動関節と、を含むことを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態及び効果】第1部材と第2部材は、いずれか一方が前記の固定部に、他方が移動部に該当するものである。本発明ではいずれを固定部にしてもよいが、特に本発明を駆動機構として用いる場合には、1自由度回転駆動関節が設けられる第1部材を固定部側とすることが望ましい。駆動関節は一般にモータや減速機構等により質量が大きくなるためである。

【0011】第1部材と第2部材とは、3本又はそれ以上の本数のユニットリンクにより連結される。ユニットリンクを4本以上とすることにより、第1部材と第2部材の連結の剛性を高めることができ、移動側の加速性をより高めることができる。

【0012】各ユニットリンクは第1腕と第2腕のシリアルに連結された2本の腕から成り、第1部材と第1腕とは1自由度回転駆動関節（これを第1駆動関節と呼ぶ）で、第1腕と第2腕とは1自由度回転駆動1自由度回転従動関節（第2駆動関節と呼ぶ）で、そして、第2腕と第2部材とは3自由度回転従動関節（第3関節と呼ぶ）でそれぞれ連結される。第1部材と第1腕とを連結する第1駆動関節の回転軸と第1腕と第2腕とを連結する第2駆動関節の駆動回転軸とは必ずしも平行でなくてもよいが、平行とすることにより、一方から他方へ駆動力を伝達することが容易となる。すなわち、上記のように第1部材を固定側とし、そこにモータ等の回転駆動源を2個置いて、1個はすぐ近くの第1駆動関節を駆動し、他方はベルトや平行リンク機構を用いて第2駆動関節を駆動する、ということが容易となる。これにより、移動部分の質量をより小さくすることができ、加速性の良い駆動機構を実現することが可能となる。

【0013】3本（又は4本以上）のユニットリンクと第1部材の連結点（すなわち、第1駆動関節）は、一直線上に並ばないようにする。また、ユニットリンクと第2部材の連結点（すなわち、第3関節）も一直線上に並ばないようにする。これらを含め、各関節の自由度及び配置に対する規制は、数学的には図7のように表現される。

【0014】本発明は、次のような各種形態でも実施することができる。まず、各ユニットリンクの第1腕と第2腕の間に第3腕を設け、上記第2駆動関節の1自由度回転駆動機能と1自由度回転従動機能を分離して、第1腕と第3腕の間、第3腕と第2腕の間（もちろん、逆でもよい）にそれぞれ別個に割り振ってもよい。

【0015】また、第1部材と第2部材の間に、これら別異の種類ユニットリンクを混合して用いても構わな

い。

【0016】以上は、バラレルリンク機構を駆動機構として用いる場合を記述したものであるが、上記記述中の「回転駆動」を「回転感応」に置き換えることにより、全く同じ機構を空間6自由度の変位又は負荷（力）を検出することができるバラレルリンクセンサとすることができる。すなわち、回転駆動関節に用いるモータ等の代わりに、回転角を検出する角度計又は回転力を検出する回転力計を設けることにより、6自由度変位／負荷センサとすることができる。

【0017】また、バネ・ゴム等により単なる回転弾性要素とすることにより、急速変位・急速負荷を吸収する6自由度ダンパーとすることもできる。

【0018】

【実施例】本発明の第1実施例として、ユニットリンクを3本用いたバラレルリンク駆動機構を説明する。本実施例のバラレルリンク駆動機構の基本構造は図1に示すとおりである。図1では移動側部材11と3本のユニットリンク12、13、14のみが描かれているが、各ユニットリンク12、13、14の他端（固定端）124、134、144は図示せぬ1つの固定側部材に固定されている。以下、第1のユニットリンク12について説明するが、他の2本のユニットリンク13、14の構成もそれと同じである。

【0019】図2に示すように、本実施例のユニットリンク12は以下の各要素から構成される。

- ・第1腕121、第2腕122（図1では現れていない）、第3腕123の3本の腕
- ・固定側部材120に固定されるアンカー124
- ・アンカー124と第1腕121とを連結する1自由度回転駆動関節である第1駆動関節125
- ・第1腕121と第2腕122とを連結する1自由度回転駆動関節である第2駆動関節126。この第2駆動関節126の回転軸は第1駆動関節125の回転軸に平行となっている。
- ・第2腕122と第3腕123とを連結する1自由度回転従動関節である従動関節127。この従動関節127の回転軸は第1・第2駆動関節125、126の回転軸に対して直角となっている。
- ・第3腕123と移動側部材11とを連結する3自由度回転従動関節である3軸自由関節128

【0020】第1駆動関節125と第2駆動関節126とは上記の通り回転軸が平行となっており、かつ、自由度を持たない剛な腕（第1腕121）で連結されているため、例えば図5（a）、（b）に示すように、両駆動関節125、126の駆動用モータ125a、126aを固定側部材に固定し、平行リンク機構121b～121dで第2駆動関節126を平面2自由度駆動する機構を採用することができる。また、図6に示すように、第2駆動関節126をベルト121eで駆動することもで

きる。なお、図6におけるモータ等の配置は図5の場合と同様である。

【0021】図2に戻り、3軸自由関節128は、図3(a)に示すような球面ジョイント128a、或いは図3(b)に示すようなユニバーサルジョイント128b+ベアリング128cの組み合わせにより実現することができる。

【0022】以上説明したような構造を有するユニットリンクを、図1に示すように固定側部材と移動側部材11の間に3本設け、各ユニットリンク12、13、14の駆動・従動関節125、126、127、128(3自由度)が図7の条件を満たすように配置することにより、移動側部材11は固定側部材120に対して6自由度で自在に駆動可能となる。本実施例の平行リンク駆動機構では、モータ及び動力伝達機構の殆どが固定側部材120に固定され、移動部分にはほぼアーム(第1腕〜第3腕)と関節(第1、第2駆動関節、従動関節)のみしか存在しないため、大きな加速度で移動側部材11を駆動することが可能である。また、位置決め再現性も高い。そこで、本実施例の平行リンク駆動機構をマクロマイクロ構造ロボットのマイクロ部として利用することにより、平行リンク機構特有の問題である可動範囲の狭さを補いつつ、小さい物体の高速・高精度なハンドリングを実現することができる。例えば、近年更なる高速化が求められている半導体製造分野等における利用に適したロボットを構成することができる。

【0023】上記実施例では、第1駆動関節125と第2駆動関節126をモータ125a、126a(図5)で駆動するものとしたが、これらを駆動関節ではなく、変位を検出する関節とすることにより、図1の構成の平行リンク機構をそのまま6自由度変位センサとすることができる。変位検出関節は、単に、それに接続される2本の腕の角度の変化を検出するのみであるため、両腕の間にロータリーエンコーダを設けることにより実現することができる。また、変位検出関節ではなく、回転力検出関節とすることにより、6自由度負荷センサとすることもできる。回転力検出関節は、それに接続される2本の腕の間に回転力センサ(例えば、ねじりを受ける棒に歪ゲージを貼付したもの)を介装することにより実現することができる。

【0024】次に、上記実施例では従動関節127が第2駆動関節126と3軸自由関節128(すなわち移動側部材11)との間に設けられていたが、それを第1駆動関節125と第2駆動関節126との間に設けることも可能である。ただし、この場合、第1駆動関節125と第2駆動関節126との間に動力を伝達しようとする機構が複雑となるため、駆動機構としてはメリットが

少ないが、上記の変位センサ/負荷センサとしては、図1、図2の例と何ら変わりなく使用することができる。

【0025】更に、図1、図2の例では第2駆動関節126と従動関節127が別個となっており、両者の間に第2腕122が存在したが、第2駆動関節と従動関節とを1つにまとめることも可能である。

【0026】図4は、固定側部材(図示せず)と移動側部材21との間に4本のユニットリンク22、23、24、25を設けた例である。各ユニットリンク22、23、24、25に関しては、上記実施例のものを(その後に説明した各種バリエーションを含め)そのまま用いることができる。本実施例(図4)の平行リンク駆動機構(或いは変位センサ/負荷センサ)は、各関節の配置及び動作の制御にやや複雑さが生じるものの、剛性が高まるため、加速性及び位置決めの再現性をより高くすることができるという特長を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である3本リンクの平行リンク駆動機構の基本構造図。

【図2】 実施例の平行リンク駆動機構で用いられる1本のユニットリンクの構造図。

【図3】 3軸自由関節の2つの例を示す構造図。

【図4】 本発明の別の実施例である4本リンクの平行リンク駆動機構の基本構造図。

【図5】 第1駆動関節と第2駆動関節を連結する平行リンク機構の斜視図(a)及び駆動源部分の平面図(b)。

【図6】 第1駆動関節と第2駆動関節を連結するベルト機構の斜視図。

【図7】 リンク機構が動作可能であるための各関節の自由度及び配置の規制を表す数式。

【符号の説明】

11、21…移動側部材

12、13、14、22、23、24、25…ユニットリンク

120…固定側部材

121、122、123…第1腕、第2腕、第3腕

121b〜121d…平行リンク機構

121e…ベルト

124、134、144…アンカー

125…第1駆動関節

125a…第1駆動関節用モータ

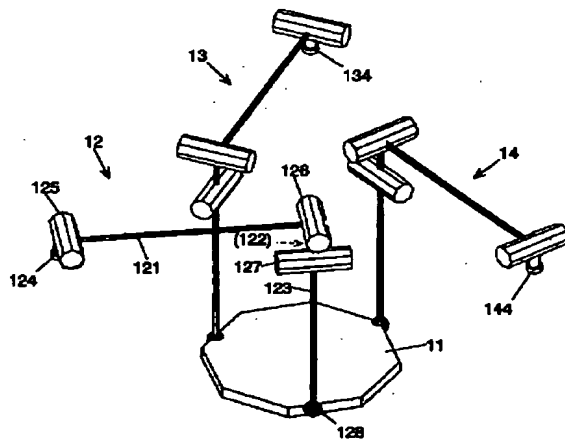
126…第2駆動関節

126a…第2駆動関節用モータ

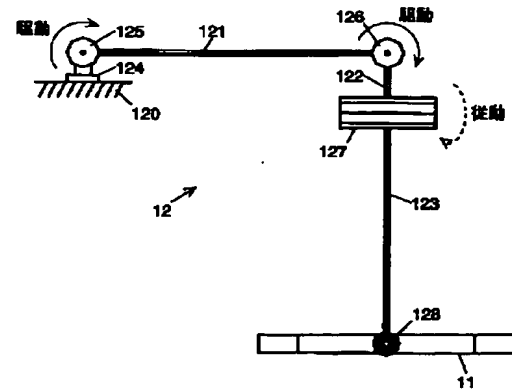
127…従動関節

128…3軸自由関節

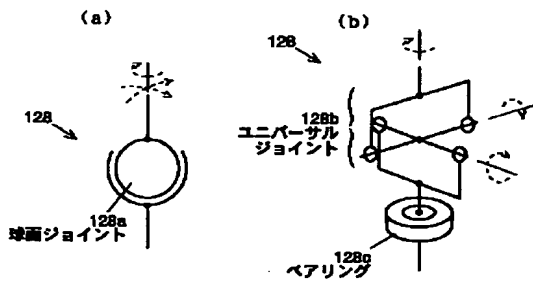
【図1】



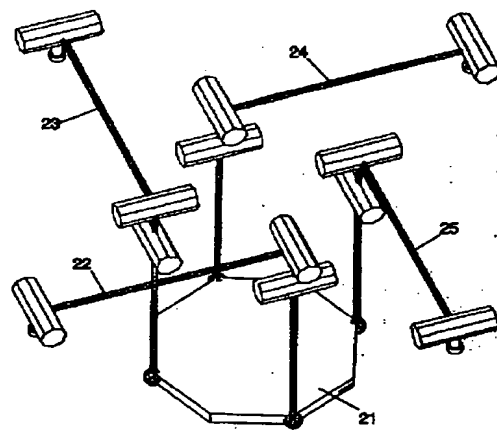
【図2】



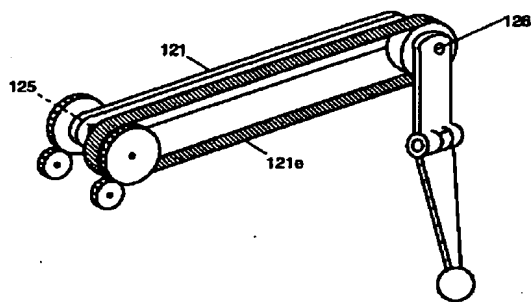
【図3】



【図4】



【図6】



【図7】

リンク機構が動作可能であるための条件：

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{q}} = \mathbf{J} \cdot \dot{\mathbf{r}} & \begin{cases} \dot{\mathbf{q}}: \text{関節速度} \\ \mathbf{J}: \text{ヤコビ行列} \\ \dot{\mathbf{r}}: \text{移動側部材の速度} \end{cases} \\ \mathbf{F} = \mathbf{J}^T \cdot \boldsymbol{\tau} & \begin{cases} \mathbf{F}: \text{移動側部材の力} \\ \boldsymbol{\tau}: \text{関節駆動力} \end{cases} \end{cases}$$

$\mathbf{J}^T$  がフルランクであること

例1・ユニットリンクが3本の場合：

$$\begin{cases} \mathbf{J} \in \mathbf{R}^{6 \times 3} \quad (\mathbf{J} \text{ は正方行列}) \\ \mathbf{J} \text{ が正則であること} \end{cases}$$

例2・ユニットリンクが4本以上の場合：

$$\begin{cases} \mathbf{J} \in \mathbf{R}^{6 \times n} \quad (n > 6) \\ \mathbf{J} \text{ の階数が6以上であること} \end{cases}$$

【図5】

